



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05046712 A**(43) Date of publication of application: **26.02.93**

(51) Int. Cl

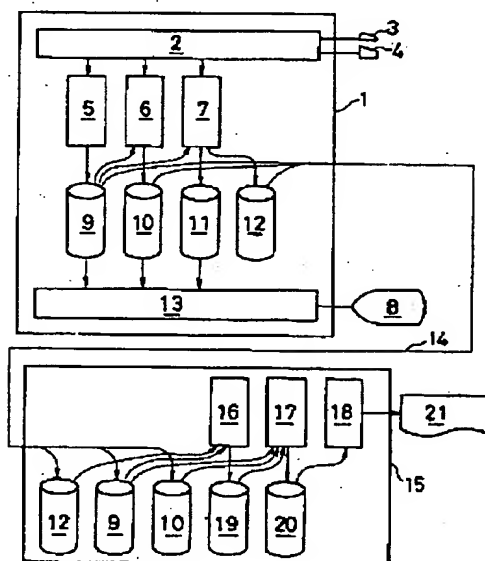
**G06F 15/60**  
**G06F 15/72**
(21) Application number: **03199576**(22) Date of filing: **08.08.91**(71) Applicant: **BABCOCK HITACHI KK**
(72) Inventor: **MIYANAKA EIJI**  
**ENOMOTO HIROYASU**
**(54) METHOD FOR FORMING MESH MODEL FOR  
FEM ANALYSIS**

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&amp;Japio

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To provide an FEM analyzing mesh model forming method capable of forming a large capacity mesh having many divisions by a shape intended to be formed by a user while attaining an easy interactive form for the formation of a mesh and shortening a data transfer time.

**CONSTITUTION:** An analyzing data forming device provided with a model forming part 5, a model data part 9, an analyzing condition setting function part 6, an analyzing condition data part 10, a mesh forming function part 7, a mesh data part 11, an analyzing data forming part 17, a display function part 13, and a command analyzing function part 2 includes also a mesh forming parameter part 12 for storing mesh density determining parameters and mesh dividing scales as mesh forming parameters and a mesh reproducing function part 16 for forming a reproduced mesh by reproducing a mesh based upon the mesh forming parameters and the reproduced mesh is used as a mesh for the execution of practical analytical calculation.



(51)Int.Cl.<sup>5</sup>G 0 6 F 15/60  
15/72

識別記号

4 5 0  
4 5 0 A

庁内整理番号

7922-5L  
9192-5L

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1(全 10 頁)

(21)出願番号

特願平3-199576

(22)出願日

平成3年(1991)8月8日

(71)出願人 000005441

バブコック日立株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番2号

(72)発明者 宮中 英司

神奈川県横浜市磯子区磯子一丁目2番10号

バブコック日立株式会社横浜研究所内

(72)発明者 榎本 博康

神奈川県横浜市磯子区磯子一丁目2番10号

バブコック日立株式会社横浜工場内

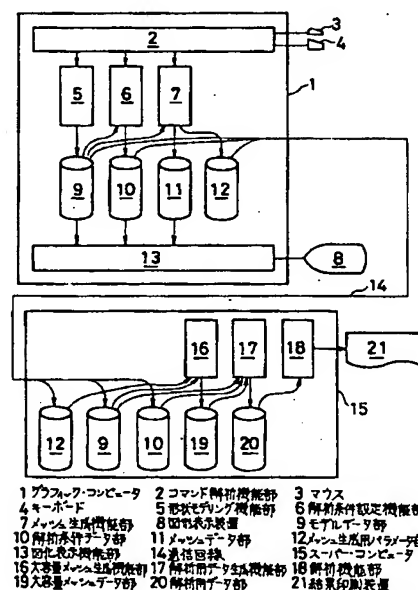
(74)代理人 弁理士 川北 武長

(54)【発明の名称】 FEM解析用メッシュモデル作成方法

(57)【要約】

【目的】 メッシュ生成の容易な対話形式を実現しつつ、分割数の多い大容量メッシュをユーザの意図する形状で生成し、しかもデータの転送時間を短縮できるFEM解析用メッシュモデルの作成方法を提供する。

【構成】 モデル作成部5と、モデルデータ部9と、解析条件設定機能部6と、解析条件データ部10と、メッシュ生成機能部7と、メッシュデータ部11と、解析用データ生成部17と、表示機能部13と、コマンド解析機能部2とを備えた解析用データ作成装置において、メッシュ作成時にメッシュ形状、メッシュ粗密を決定するパラメータおよびメッシュ分割の倍率をメッシュ生成用パラメータとして保存するメッシュ生成用パラメータ部12と、メッシュ生成用パラメータからメッシュを再生して再生メッシュを作成するメッシュ再生機能部16とを設け、該再生メッシュを実際の解析計算を行う場合のメッシュとして用いる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 解析対象物を形状モデルとして作成するモデル作成部と、作成した形状モデルを保持するモデルデータ部と、前記形状モデル上に解析条件を設定する解析条件設定機能部と、解析条件を保持する解析条件データ部と、前記モデルデータ部に保持された形状モデルからメッシュを作成するメッシュ生成機能部と、メッシュを保持するメッシュデータ部と、形状モデル、解析条件およびメッシュを統合して解析用データを作成する解析用データ生成部と、形状モデル、解析条件およびメッシュを表示する表示機能部と、ユーザの命令およびデータを解析するコマンド解析機能部とを備えた解析用データ作成装置において、メッシュ作成時にメッシュ形状、メッシュ粗密を決定するパラメータおよびメッシュ分割の倍率をメッシュ生成用パラメータとして保持するメッシュ生成用パラメータ部と、メッシュ生成用パラメータからメッシュを再生して再生メッシュを作成するメッシュ再生機能部とを設け、該再生メッシュを実際の解析計算を行なう場合のメッシュとして用いることを特徴とするFEM解析用メッシュモデル作成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、FEM解析用メッシュモデル作成方法に係り、特に計算機を用いた構造解析、流動解析などを行なう場合に必要となるFEM解析用メッシュモデルの作成方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 図10は、メッシュモデルの作成に用いられる従来装置の全体構成図である。図においてユーザは、グラフィック・コンピュータ1のマウス3、キーボード4、図形表示装置8を用いて対話的に解析のためのデータ作成を行なう。コマンド解析機能部2はマウス3、キーボード4からのユーザの命令およびデータを解析し、各データ生成機能部に命令およびデータを伝達する。形状モデリング機能部5はユーザの命令に応じて解析対象物をソリッドモデルとして生成し、モデルデータ部9に格納する。解析条件設定機能部6はモデルデータ部9に格納されているソリッドモデルを入力し、ユーザの命令に応じて、このソリッドモデル上に解析のための条件（拘束、荷重など）を設定する。設定した条件は解析条件データ部10に格納される。メッシュ生成機能部22はモデルデータ部9に格納されているソリッドモデルを基にユーザの命令に応じてメッシュモデルを生成してメッシュデータ部11に格納する。解析用データ生成機能部17は、モデルデータ部9、解析条件データ部10、メッシュデータ部11にそれぞれ格納されているソリッドモデル、解析条件、メッシュモデルを統合して節点、要素による解析形状の表現や解析条件を節点、要素に付加した形式の解析用データを生成する。この解析用データは解析用データ部20に格納される。解析用データ

部20の解析用データは通信回線14によりスーパー・コンピュータ15に転送される。スーパー・コンピュータ15の解析機能部18は解析用データを入力として応力解析などを行ない、その結果を結果印刷装置21に出力する。

【0003】 このような、グラフィック・コンピュータとスーパー・コンピュータを用いた解析計算は、複雑な形状の応力解析などを高速、高精度に計算する場合に用いられる傾向にある。この理由としてグラフィック表示に優れたグラフィック・コンピュータにより対話形式で容易に解析データを作成できること、および高速計算が可能なスーパー・コンピュータで莫大な計算を短時間で処理できることがあげられる。なお、図10に示したグラフィック・コンピュータによる解析データの対話的生成手順、すなわち解析対象物をソリッドモデルにより表現し、そのソリッドモデルを基に解析条件設定、メッシュ生成を行ない、最後にこれらをまとめて解析用データを生成するシステムとして、例えばバブcock日立社製の解析支援システムWINGがあげられる。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来技術は、より精度の高い解析解を得るための分割数の多い大容量のメッシュを生成する場合について配慮されていなかった。すなわち、ユーザは、メッシュを生成する場合、キーボードからメッシュ形状およびメッシュ密度を制御するパラメータを入力し、そのパラメータに応じて生成されたメッシュを画面に表示して確認するという対話形式をくり返して最終的なメッシュを得るが、分割数の多いメッシュを生成する場合、メッシュデータ量が膨大となるため表示に時間がかかり、対話的なメッシュ生成は実質上不可能であった。

【0005】 また、メッシュデータ量の増加に比例して解析用データも増加するために、スーパー・コンピュータへのデータ転送にも時間がかかり問題となっていた。本発明の目的は、ユーザにとってメッシュ生成の容易な対話形式を実現しつつ、分割数の多い大容量メッシュをユーザの意図する形状で生成し、しかもスーパー・コンピュータへの解析用データの転送時間を短縮することができるFEM解析用メッシュモデル作成方法を提供することにある。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため本発明は、解析対象物を形状モデルとして作成するモデル作成部と、作成した形状モデルを保持するモデルデータ部と、前記形状モデル上に解析条件を設定する解析条件設定機能部と、解析条件を保持する解析条件データ部と、前記モデルデータ部に保持された形状モデルからメッシュを作成するメッシュ生成機能部と、メッシュを保持するメッシュデータ部と、形状モデル、解析条件およびメッシュを統合して解析用データを作成する解析用データ

ータ生成部と、形状モデル、解析条件およびメッシュを表示する表示機能部と、ユーザの命令、データを解析するコマンド解析機能部とを備えた解析用データ作成装置において、メッシュ作成時にメッシュ形状、メッシュ粗密を決定するパラメータおよびメッシュ分割の倍率をメッシュ生成用パラメータとして保持するメッシュ生成用パラメータ部と、メッシュ生成用パラメータからメッシュを再生して再生メッシュを作成するメッシュ再生機能部とを設け、該再生メッシュを実際の解析計算を行なう場合のメッシュとして用いることを特徴とする。

【0007】グラフィック・コンピュータ上では、メッシュ形状、メッシュ粗密を対話的に決定するためにメッシュデータを生成するが、本発明においては、このメッシュデータをそのまま実際の解析に用いない。すなわち本発明では、対話的にメッシュを生成する過程で用いるメッシュ形状、メッシュ粗密を決定するパラメータと対話生成で得られたメッシュの分割数に対する実解析で用いるメッシュ分割数の倍率をメッシュ生成パラメータとして保持し、実際の解析は、このメッシュ生成パラメータをスーパー・コンピュータに転送し、スーパー・コンピュータ内でこのパラメータを基にメッシュを再生して解析用データの作成および解析を行なう。

【0008】

【作用】グラフィック・コンピュータ上で作成するメッシュの分割数は、メッシュ形状およびメッシュ粗密が確認できる程度でよく、実解析に用いるメッシュのようによくする必要はない。従ってメッシュデータ量が少なく短時間で表示でき、対話的なメッシュ生成が可能となる。

【0009】また、実解析に用いるメッシュは、メッシュ生成パラメータを基に再生するため、ユーザの意図したメッシュ形状、メッシュ粗密の状態を保持しながら分割数の倍率に応じて細分割した大容量メッシュとして得ることができる。さらに、データ量の最も多い解析用データは、スーパー・コンピュータ上で生成するためグラフィック・コンピュータから転送する必要がなく、通信時間が短縮される。

【0010】

【実施例】図1は、本発明の一実施例に用いる装置構成図である。図において、この装置は、解析に必要なデータを対話的に作成するグラフィック・コンピュータ1と、実際の解析を行なうスーパー・コンピュータ15から構成され、これらの計算機相互間は通信回線14により接続されている。グラフィック・コンピュータ1は入力装置としてのマウス3、キーボード4、出力装置としての図形表示装置8と、データの生成や処理を行なうコマンド解析機能部2、形状モデリング機能部5、解析条件設定機能部6、メッシュ生成機能部7、図化表示機能部13、生成されたデータを格納するモデルデータ部9、解析条件データ部10、メッシュデータ部11、メ

ッシュ生成用パラメータ部12から主として構成される。

【0011】また、スーパー・コンピュータ15は出力装置としての結果印刷装置21と、データを処理、生成する大容量メッシュ生成機能部16、解析用データ生成機能部17、解析機能部18、通信回線14から入力したデータを保持するメッシュ生成用パラメータ部12、モデルデータ部9、解析条件データ部10、生成したデータを保持する大容量メッシュデータ部19および解析用データ部20から主として構成されている。

【0012】次に各構成部の相互関係について説明する。ユーザは、キーボード4によるコマンドの入力やマウス3による図形表示装置8上に表示された図形の選択指示により解析のためのデータ入力を行なう。マウス3およびキーボード4からの入力はコマンド解析機能部2で解析され、命令、データの種別に応じてそれぞれ形状モデリング機能部5、解析条件設定機能部6、メッシュ生成機能部7に送られる。形状モデリング機能部5は、ユーザからの命令およびデータをコマンド解析機能部2を通じて受けとり、最終的に解析対象物を表す形状をソリッドモデルとしてモデルデータ部9に格納する。

【0013】解析条件設定機能部6は、形状モデリング機能部5で生成したソリッドモデルをモデルデータ部9より受け取り、このソリッドモデル上にコマンド解析部2を通じて受取ったユーザからの命令およびデータに応じて荷重、拘束などを設定する。これらモデル上に設定された解析条件は、解析条件データ部10に格納される。

【0014】メッシュ生成機能部7は、モデルデータ部9のソリッドモデルを基にコマンド解析機能部2を通じてユーザより入力された命令およびデータに応じて解析対象物を分割したメッシュモデルを生成する。このメッシュモデルは、メッシュデータ部11に保存される。また、ユーザの入力に応じてメッシュモデルを生成する過程で用いるメッシュ形状、メッシュ粗密を決定するパラメータがメッシュ生成用パラメータ部12に格納される。さらにユーザが指定する対話作成のメッシュ分割数に対する実際の解析で用いるメッシュの分割数の倍率もメッシュ生成用パラメータ部12に格納される。

【0015】なお、図化表示機能部13は、モデルデータ部9に格納されているソリッドモデル、解析条件データ部10に格納されている解析条件、メッシュデータ部11に格納されているメッシュモデルを図形表示装置8によって表示し、ユーザに形状などを示す。グラフィック・コンピュータ1で作成したモデルデータ部9、解析条件データ部10、メッシュ生成用パラメータ部12の各データは、解析のためのデータ入力が終了し、実際に解析を行なう時点で通信回線14によりスーパー・コンピュータ15に転送される。

【0016】大容量メッシュ生成機能部16は、モデル

10

20

30

40

50

データ部9、メッシュ生成用パラメータ部12より情報を読み出し、メッシュ生成用パラメータ部12中のメッシュ形状、メッシュ粗密を決定するパラメータを用いグラフィック・コンピュータ1で対話的に生成したメッシュモデルを再生する。ただしこの時のメッシュ分割は、メッシュ生成用パラメータ部12に格納されているメッシュ分割数の倍率に基づいてより細分化し、大容量のメッシュモデルを生成する。得られたメッシュモデルは、大容量メッシュデータ部19に格納される。

【0017】解析用データ生成機能部17は、モデルデータ部9のソリッドモデル、解析条件データ部10の解析条件、大容量メッシュデータ部19のメッシュモデルを読み出してこれらを統合し、節点、要素による解析形状表現や節点、要素への荷重、拘束など解析条件を設定した形式の解析用データを生成する。この生成した解析データは解析用データ部20に格納される。

【0018】解析機能部18は解析用データ部20に格納されている解析用データを入力として応力解析などを行ない、その結果を結果印刷装置21から出力する。次に本実施例の各構成要素の実現方法を詳細に説明するが、コマンド解析機能部2、形状モデリング機能部5、解析条件設定機能部6、モデルデータ部9、解析条件データ部10、メッシュデータ部11、図化表示機能部13、解析機能部18、解析用データ部20は従来技術と全く等しく、解析用データ生成機能部17は従来グラフィック・コンピュータ1で機能していた処理をスーパー・コンピュータ15上で機能させている以外は全く等しいため、従来技術と異なるメッシュ生成機能部7、メッシュ生成用パラメータ部12、大容量メッシュ生成機能部16、大容量メッシュデータ部19を中心に詳細説明を行なう。

【0019】まずモデルデータ部9の内容を図2により説明する。モデルデータ部9は、図2(a)に示すモデル形状を表すため同図(b)、(c)に示す面テーブル、頂点テーブルを保持する。面テーブルは、ソリッドモデルを構成するすべての面についてその面を構成する頂点を構成順に保持する。本例では、面1を構成する頂点列はA、B、D、Cである。頂点テーブルは、ソリッドモデル中のすべての頂点についてその座標値を保持する。図2の例はソリッドモデルの最も簡単な形状として1つの面を示したが、3次元の立体表現は立体表面のすべての面により表わされる。

【0020】次に、メッシュ生成機能部7で生成されるメッシュデータ部11のメッシュモデルを図3により説明する。図3(a)は、図2(a)のソリッドモデルをメッシュ分割した状態であり、2次元の写像空間

( $\xi$ ,  $\eta$ )での格子点の座標値 $a \sim 1$ により表現される。メッシュデータ部11に格納するデータは図3

(b)に示すように $\xi$ 方向の格子数、 $\eta$ 方向の格子数およびメッシュ中の各格子の位置関係、座標値を2次元の

配列により示したものである。なお、メッシュデータが3次元の場合は写像空間が( $\xi$ ,  $\eta$ ,  $\zeta$ )の3次元となりメッシュデータも3次元の配列となる。

【0021】次にメッシュ生成機能部7により図2に示したソリッドモデルを基に、ユーザからの命令、データに応じて図3に示したメッシュモデルおよびメッシュ生成用パラメータの生成方法について図4により説明する。図4(a)は基となるソリッドモデルである。ユーザは、まず図4(b)に示すような辺メッシュ(Twig 1~4)を生成する。この辺メッシュ生成は、ユーザが対話操作により図4(c)に示す辺メッシュ定義データを入力し、最終的に図4(d)に示す辺メッシュデータを算出する。ここで図4(b)に示すTwig 1の生成を説明する。ユーザは図4(a)のソリッドモデル上でTwig 1として定義する領域を示す頂点列A、Bを構成頂点として入力し、さらにTwig 1の分割数2および分割時の格子間の割合を分割比0.5、0.5として入力する。これらの情報より、Twig 1の両端の格子点座標値はソリッドモデルの頂点A、Bの座標値 $a$ 、 $b$ そのものであり、分割点の格子点座標値 $e$ も分割比より求まる。このようにして得られた格子点の座標値 $a$ 、 $e$ 、 $b$ を格納したのが図4(d)の辺メッシュデータである。Twig 2~4も同様である。

【0022】次にユーザは、図5(a)に示すような面メッシュ(Facet 1)を生成する。この面メッシュ生成は、ユーザが対話操作により図5(b)に示すような面メッシュ定義データを入力し、最終的に図5(c)に示す面メッシュデータを算出する。面メッシュ定義データの inputs は、ユーザが面メッシュを生成する領域を定め、その領域を囲むすべてのTwig列と各Twigの写像空間での方向の指示により行なう。この面メッシュ定義データと図4(d)の辺メッシュデータから図5(a)の面メッシュの境界に位置する格子点座標値 $a \sim j$ が定まる。この境界の格子点座標を正方向格子状の写像空間( $\xi$ ,  $\eta$ )に写像し、内部に位置する格子点を実空間に逆写像することで内部の格子点座標値 $k$ 、 $l$ が求まり、図5(c)の面メッシュデータが生成できる。この面メッシュデータを図1に示すメッシュデータ部11に格納する。

【0023】なお、立体のメッシュモデル生成は図6に示す立体メッシュ定義データをユーザが入力し、3次元の立方格子状写像空間の境界に面メッシュを対応させることで内部の格子点座標を得ることができる。この実空間の境界と写像空間を対応させ写像逆写像により内部格子点を求める手法は、公知のBoundary-Fit法などがある。

【0024】さらにユーザは、対話操作によって作成したメッシュの分割数に対する実際の解析で用いるメッシュの分割数の倍率を入力し、図7に示す分割倍率テーブルを作成する。ここでユーザ入力により作成した図4

(c) の辺メッシュ定義データ、図5 (b) の面メッシュ定義データ、図6の立体メッシュ定義データはメッシュ形状、メッシュ粗密を決定するパラメータであり、これらのデータと図7に示す分割倍率テーブルをメッシュ生成用パラメータとして図1に示すメッシュ生成用パラメータ部12に保存する。

【0025】次に、図1に示す大容量メッシュ生成機能部16においてモデルデータ部9からソリッドモデルを、メッシュ生成用パラメータ部12からメッシュ生成用パラメータを取り込み実解析用の大容量メッシュモデルを生成する方法を説明する。まず大容量メッシュ生成機能部16は、メッシュ生成用パラメータ部12から図4 (c) の辺メッシュ定義データと、図7の分割倍率を読み出し、これらより図8に示す実解析用辺メッシュ定義データを生成する。この実解析用辺メッシュ定義データの Twig、構成頂点の項目は図4 (c) の辺メッシュ定義データと同じであるが、分割数は図7の分割倍率テーブルの数値を掛合わせた値を使用する。分割比の算出方法は図9を用い Twig 2について説明する。図4

(c) の辺メッシュ定義データの分割数 (図9①〜③) を横軸に、分割比の累積を縦軸として図9のグラフを作成する。このグラフはメッシュの対話生成時の粗密状態を連続的に表したものであり、グラフの傾きが小さい点ほどメッシュ密度が密であることを示している。

【0026】次に、図8の実解析用の分割数を図9のグラフの横軸に対応させ (図9①' 〜⑥') グラフ縦軸より各分割区間の分割比を求める。これにより図8の Twig 2の分割比が決定できる。なお他の Twig についても同様である。このようにして作成した図8の実解析用辺メッシュ定義データとメッシュ生成用パラメータ部に格納されている図5 (b) の面メッシュ定義データ、図6の立体メッシュ定義データおよびモデルデータ部に格納されているソリッドモデルから前述のグラフィック・コンピュータで処理した図1のメッシュ生成機能部7と同様の手順でメッシュモデルが生成できる。このようにしてグラフィック・コンピュータで対話操作により生成したメッシュと比べ分割数の多い大容量のメッシュを対話生成時のメッシュの粗密状態をそのまま反映した状態のメッシュを生成することができ、これを図1の大容量メッシュデータ部19に格納する。なお大容量メッシュデータ部19のデータの内容はデータ形式、種別において対話生成時のメッシュデータ部11と同じであり、図3 (b) の配列の大きなものである。

【0027】これら前述のデータ保持はコンピュータ内

のハードウェアにより、また処理手順はソフトウェアにより実現可能である。本実施例の処理手順はソフトウェアにより実現したが、同等の機能を有するハードウェアでも実現でき、この場合はより高速な処理が期待できる。また本実施例では、解析計算を高速に実行するためにスーパー・コンピュータを用いているが、スーパー・コンピュータ内の処理を全てグラフィック・コンピュータで行なうことも可能である。この場合コンピュータ間のデータ転送は存在しないため、データ転送時間は問題とならない。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、従来の対話処理では生成できなかった大容量のメッシュモデルが生成できるため解析精度が向上する効果がある。また、最もデータ量の多い解析用のデータを転送しないため転送時間が短縮でき、解析効率向上の効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は、本発明に用いる装置の全体構成図である。

【図2】図2は、ソリッドモデルのデータ説明図である。

【図3】図3は、メッシュモデルのデータ説明図である。

【図4】図4は、辺メッシュ生成手順の説明図である。

【図5】図5は、面メッシュ生成手順の説明図である。

【図6】図6は、立体メッシュ生成時の立体メッシュ定義データの説明図である。

【図7】図7は、分割倍率テーブルの説明図である。

【図8】図8は、メッシュ再生時の実解析用辺メッシュ定義データの説明図である。

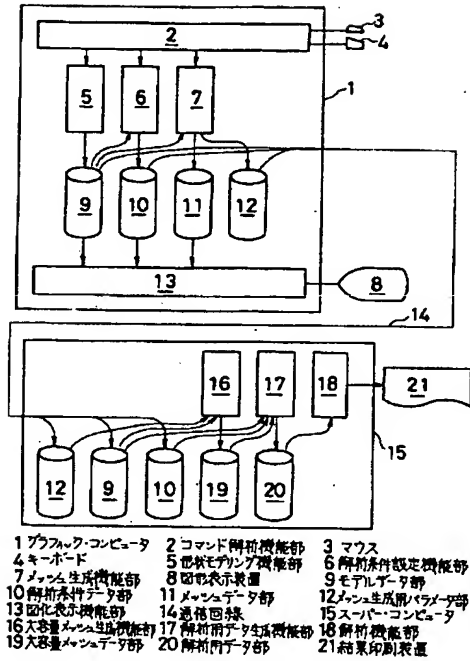
【図9】図9は、実解析用辺メッシュ定義データの分割比算出手順の説明図である。

【図10】図10は、従来装置の全体構成図である。

【符号の説明】

1…グラフィック・コンピュータ、2…コマンド解析機能部、3…マウス、4…キーボード、5…形状モデリング機能部、6…解析条件設定機能部、7…メッシュ生成機能部、8…図形表示装置、9…モデルデータ部、10…解析条件データ部、11…メッシュデータ部、12…メッシュ生成パラメータ部、13…図化表示機能部、14…通信回路、15…スーパー・コンピュータ、16…大容量メッシュ生成機能部、17…解析用データ生成機能部、18…解析機能部、19大容量メッシュデータ部、20…解析用データ部、21…結果印刷装置。

【図1】



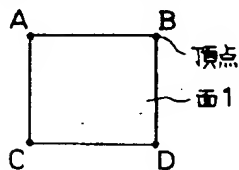
【図6】

立体メッシュ定義データ

Cube	構成Facet	写像空間の方向
1	1	$\xi, \eta$
	2	$\eta, \xi$
	3	$\xi, \xi$
	⋮	⋮

【図2】

(a) ソリッドモデル



(b) 面テーブル

面	構成頂点
1	A, B, D, C

(c) 頂点テーブル

頂点	座標
A	$a = (x_1, y_1, z_1)$
B	$b = (x_2, y_2, z_2)$
C	$c = (x_3, y_3, z_3)$
D	$d = (x_4, y_4, z_4)$

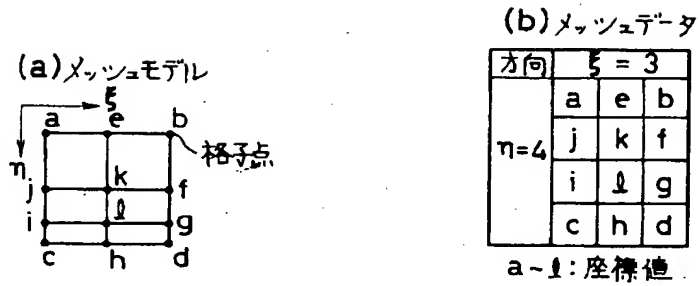
a ~ d : 座標値

【図7】

分割倍率テーブル

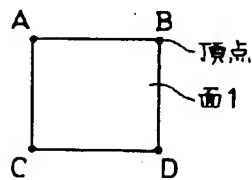
対話作成メッシュに対する 実解析用メッシュの分割倍率	2
-------------------------------	---

【図3】

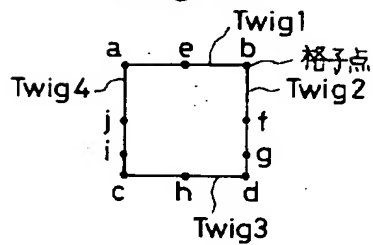


【図4】

(a) ソリッドモデル



(b) 辺メッシュ



(c) 辺メッシュ定義データ

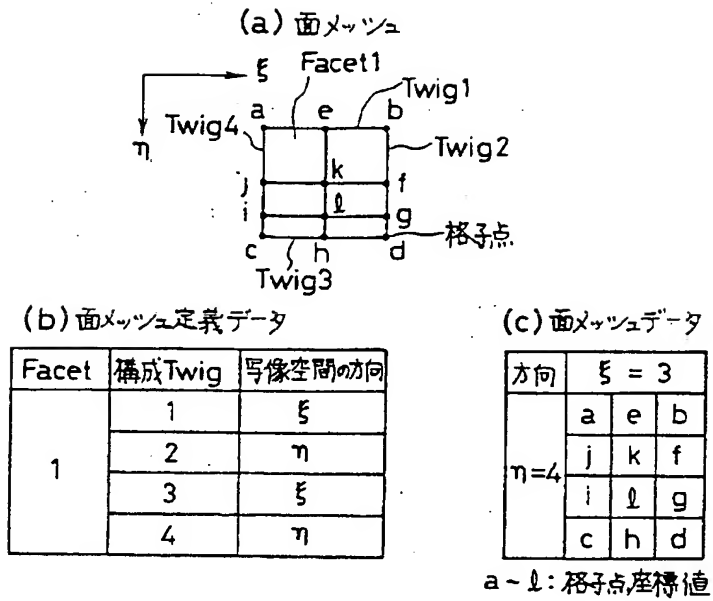
Twig	構成頂点	分割数	分割比
1	A, B	2	0.5, 0.5
2	B, C	3	0.5, 0.3, 0.2
3	C, D	2	0.5, 0.5
4	D, A	3	0.2, 0.3, 0.5

(d) 辺メッシュデータ

Twig	格子座標値
1	a, e, b
2	b, f, g, d
3	d, h, c
4	c, i, j, a



【図5】

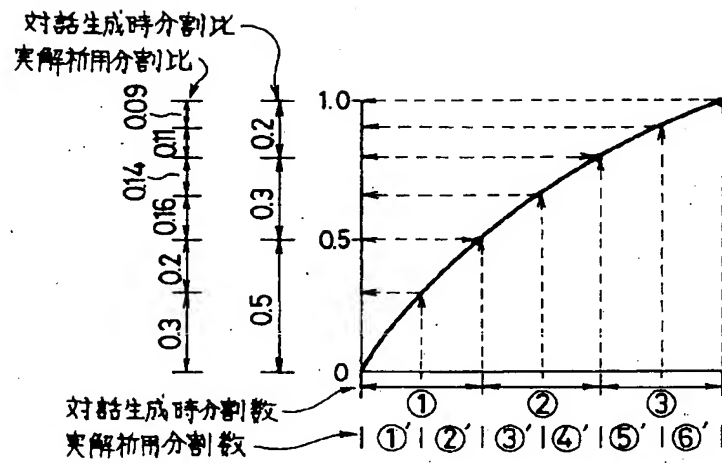


【図8】

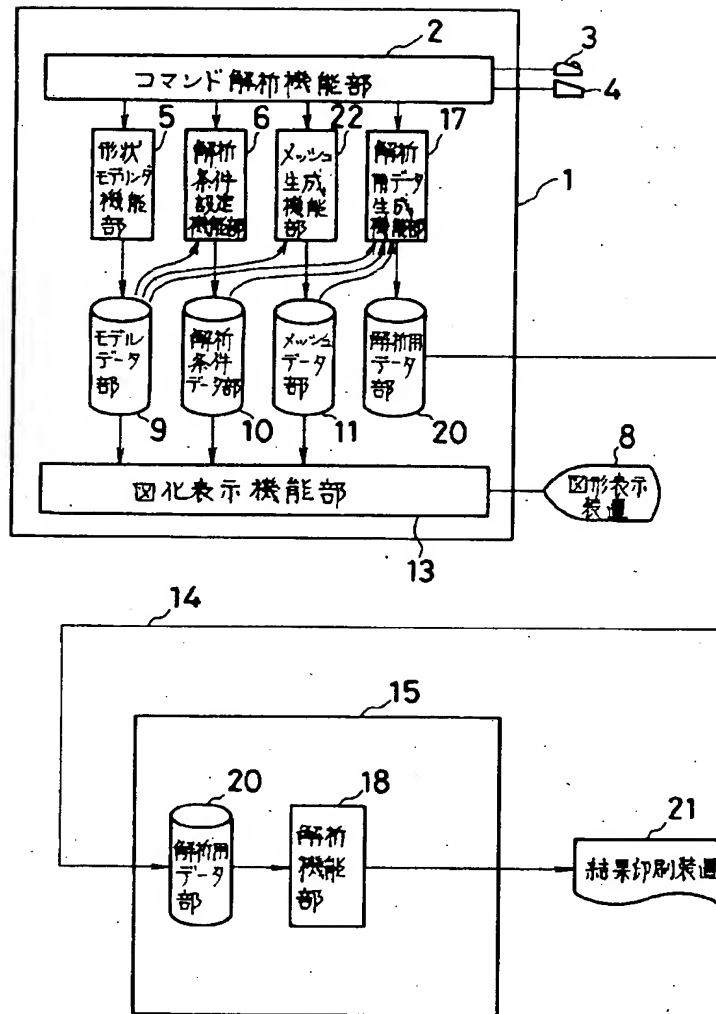
実解析用辺メッシュ定義データ

Twig	構成頂点	分割数	分割比
1	A, B	4	0.25, 0.25, 0.25, 0.25
2	B, C	6	0.3, 0.2, 0.16, 0.14, 0.11, 0.09
3	C, D	4	0.25, 0.25, 0.25, 0.25
4	D, A	6	0.09, 0.11, 0.14, 0.16, 0.2, 0.3

【図9】



【図10】



22 メッシュ生成機能部